

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 7 月 25 日 (25.07.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/058121 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/205, B01J 19/08, C23C 16/509, H01L 31/04, H05H 1/46

HEAVY INDUSTRIES CO., LTD) [JP/JP]; 〒100-8182 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/00381

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2002 年 1 月 21 日 (21.01.2002)

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 伊藤 憲和 (ITO, Norikazu) [JP/JP]; 〒183-8508 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(74) 代理人: 中西 次郎 (NAKANISHI, Jiro); 〒164-0003 東京都中野区東中野2丁目6番15号 プロスペール東中野101 Tokyo (JP).

(30) 優先権データ:  
特願2001-12702 2001 年 1 月 22 日 (22.01.2001) JP

(81) 指定国 (国内): AU, CN, KR, SG, US.

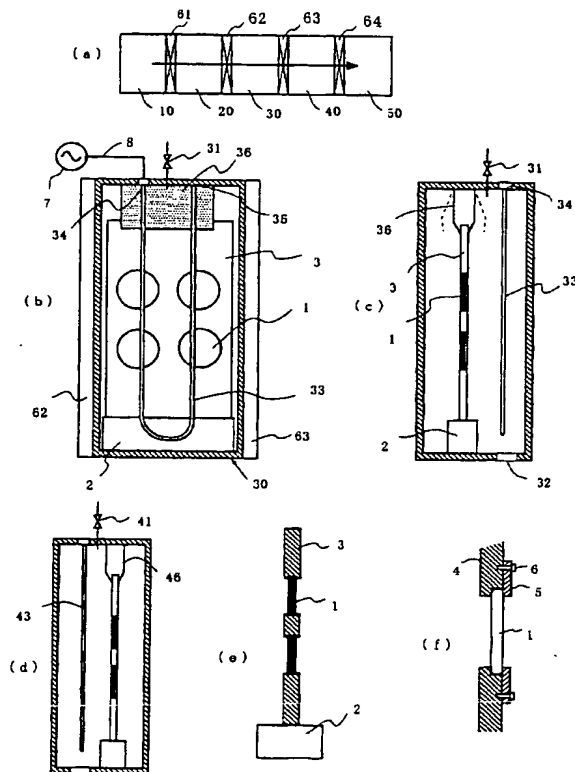
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 石川 島播磨重工業株式会社 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PLASMA CVD

(54) 発明の名称: プラズマCVD法及び装置



(57) Abstract: A method and a device for plasma CVD capable of eliminating the need of a substrate inverting process and forming a film with excellent uniformity of film thickness on both surfaces of a substrate; the method, characterized by comprising the steps of disposing at least two inductively coupled electrodes with a feeding part and a grounding part in a vacuum chamber having gas feed and exhaust ports, inserting a substrate holder holding the outer peripheral end part of the substrate between the two inductively coupled electrodes so that both surfaces of the substrate are exposed, leading film forming gas into the vacuum chamber through the gas feed port, feeding a high frequency power to the feeding part to generate plasma along the inductively coupled electrodes so as to form a film simultaneously or in order on both surfaces of the substrate, and connecting a second gas feeding system to the vacuum chamber to form different films simultaneously or in order on both surfaces of the substrate.

[続葉有]

WO 02/058121 A1



規則4.17に規定する申立て:

- AU, CN, KR, SG, ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR) の指定のための出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則4.17(ii))
- すべての指定国のための先の出願に基づく優先権を主張する出願人の資格に関する申立て (規則4.17(iii))

添付公開 類:

- 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、基板の反転工程を不要とし、基板の両面に膜厚均一性に優れた薄膜を形成可能なプラズマCVD法及び装置を提供することを目的とする。

ガス供給口及び排気口を設けた真空室内に、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を少なくとも2つ配置し、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの誘導結合型電極の間に挿入配置し、前記ガス供給口を介して薄膜形成用ガスを導入し、前記給電部に高周波電力を供給して前記誘導結合型電極に沿ってプラズマを発生させ、基板の両面に薄膜を同時又は順に形成する構成としたことを特徴とする。さらに、前記真空室に第2のガス供給系を連結し、基板の両面に異なる膜を同時又は順に形成することを特徴とする。

## 明細書

## プラズマCVD法及び装置

## 5 技術分野

本発明は、プラズマCVD法及び装置に係り、特に、基板の両面に膜厚均一性に優れた薄膜を形成することができるプラズマCVD法及び装置に関する。

## 10 背景技術

太陽電池は、基板上にSiや化合物半導体等を用いてpn接合又はp-i-n接合を形成し、表面から入射する太陽光を光電変換する構成のものが一般的に用いられているが、発電量増大を目的に、基板の裏面側から入射する光を利用する太陽電池が提案されている。この太陽電池は、例えば図7に示した構造をなし、i型の結晶シリコン101の両側にそれぞれp型アモルファスSi（p型a-Si）膜102、n型アモルファスSi（n型a-Si）膜103をプラズマCVD法により堆積し、さらにこれらの上にスパッタ法により透明電極104、スクリーン印刷法により集電電極105を形成して作製される。

20 a-Si膜の堆積には、例えば図8（b）に示した平行平板型のプラズマCVD装置が用いられる。この装置は、ロードロック室110、加熱室120、a-Si膜を堆積するプラズマCVD（PCVD）室130及び冷却室140とから構成される。各室はゲートバルブ106を介して連結され、i型シリコン基板101は図8（a）に示したように、裏板となる基板ホルダ107上に取り付けられ、図8（b）の矢印の方向に、順次搬送される。即ち、図8（a）の如く基板を基板ホルダ上に

取り付けた後、基板ホルダをロードロック室 110 に挿入し室内を排気する。ゲートバルブを開いて加熱室 120 へ搬送してヒータ 121 により基板を所定の温度に加熱した後、平行平板型 PCVD 室 130 に搬送する。PCVD 室 130 に基板ホルダが搬送されると、薄膜形成用ガス  
5 (SiH<sub>4</sub>/PH<sub>3</sub>ガス) を導入し、高周波電極 131 に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、シリコン基板 101 上に n 型 a-Si 膜を形成する。その後、基板ホルダは冷却室 140 に送られる。

基板温度が下がった後、冷却室 140 を大気に戻して基板ホルダ 107 を取り出し、基板の反対側面に p 型 a-Si 膜を形成するためにシリ  
10 コン基板 101 を反転させる。この基板ホルダを、再び、図 8 (b) のプラズマ CVD 装置のロードロック室に入れ、同様の処理を繰り返し行い、p 型 a-Si 膜を堆積して pin 接合が形成される。なお、PCVD 室には薄膜形成用ガスとして SiH<sub>4</sub>/B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスが導入される。

この後、シリコン基板 101 はスパッタ装置で両面に ITO 等の透明  
15 導電膜が形成され、続いてスクリーン印刷等により集電電極を形成して太陽電池を完成する。

#### 発明の開示

以上述べたように、従来、a-Si 膜の堆積には、平行平板型プラズ  
20 マ CVD 装置が用いられていた。しかし、平行平板型 PCVD 装置で、高抵抗基板や絶縁性基板上に薄膜を形成する場合、基板の裏面に裏板がないと高周波電流が基板を通して流れにくくなり、基板表面でのプラズマ密度が著しく低下する。その結果、基板中心部と周辺部で膜厚の差が生じ、膜厚均一性の良好な薄膜は得られにくいという欠点がある。これ  
25 は基板が大きくなるとより顕著になる。従って、膜厚均一性の高い薄膜を形成するには、高周波電流の通路となる裏板が不可欠となり、このた

め、基板両面成膜の生産性が著しく低下するという問題があった。即ち、片面に薄膜を形成した後、取り出して基板を反転させる作業が必要となり、またこれに伴い、ロードロック室の排気、冷却室のベント及び基板加熱・冷却工程が2回必要となる。

5       さらに、スループットを上げるためには、図8（b）に示した装置が2組必要となるため、生産装置全体の大型化、コスト増大を招かざるを得ないという問題があった。

      このような状況において、本発明は、基板の反転工程を不要とし、基板の両面に膜厚均一性に優れた薄膜を形成可能なプラズマCVD法及び  
10       装置を提供することを目的とする。

      本発明の第1の要旨は、ガス供給口と排気口とを設けた真空室内に、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を少なくとも2つ配置し、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダを前記2  
15       つの誘導結合型電極の間に挿入配置した構造のプラズマCVD装置であって、前記ガス供給系から薄膜形成用ガスを導入するとともに前記給電部に高周波電力を供給して前記誘導結合型電極に沿ってプラズマを発生させ、基板の両面に薄膜を同時又は順に形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD法及びプラズマCVD装置に存在する。

20       ここで、前記真空室に第2のガス供給口を設け、2種類のガスの導入と2つの誘導結合型電極への電力の供給を同時に切り替える構成とすることにより、基板両面に異なる薄膜を形成することができる。さらに、仕切板を設け、仕切板と基板ホルダで分割された2つの成膜空間にそれぞれ異なるガスが相互に混じり合わずに流れるように、気流の調整や成  
25       膜空間ごとに排気口を設けることにより、基板両面に異なる薄膜を同時に形成することが可能となる。

さらにまた、前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を3層以上設け、該電極列層の間のそれぞれに前記基板ホルダを配置する構成とすることにより、極めて生産性の高いプラズマCVD装置を実現することができる。

5       本発明の第2の要旨は、内部に給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を配置し、ガス供給口と排気口とを設けた真空室を2つ連結配置したプラズマCVD装置であって、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの真空室の第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、該誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、前記基板ホルダを前記第1の薄膜が形成された面と反対側の面が誘導結合型電極に面するように第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給して  
10       プラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板表面に第2の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD法及びプラズマCVD装置に存在する。  
15

また、量産性の高い装置とするには、前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第1の真空室（又は第2の真空室）  
20       に $n$ 層（ $n$ は2以上の整数）、前記第2の真空室（又は第1の真空室）に $(n-1)$ 層設け、該電極列層の間に2個の基板ホルダを配置するようにすればよい。

#### 図面の簡単な説明

25       図1は、本発明の第1の実施の形態のプラズマCVD装置を示す模式図である。

図 2 は、第 2 の実施の形態のプラズマ CVD 装置を示す模式図である。

図 3 は、第 3 の実施の形態のプラズマ CVD 装置を示す模式図である。

図 4 は、第 4 の実施の形態のプラズマ CVD 装置を示す模式図である。

図 5 は、図 2 の量産対応装置を示す模式図である。

5 図 6 は、図 1 の量産対応装置を示す模式図である。

図 7 は、太陽電池の構造を示す模式図である。

図 8 は、従来のプラズマ CVD 装置を示す模式図である。

図において、1 は基板、2 はキャリア、3 は基板ホルダ、7 は高周波電源、8 は同軸ケーブル、10、110 はロードロック室、20、120 は加熱室、30、40、70、130 プラズマ CVD 室、31、41 はガス供給配管、32 は排気口、33、43 は誘導結合型電極、34 は給電部、35 は接地部、36 は基板ホルダ固定治具、50、140 は冷却室、61～64、106 はゲートバルブ、101 は i 型結晶 Si、102 は p 型 a-Si、103 は n 型 a-Si、104 は透明電極、105 は集電電極を示す。

10  
15

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

##### (第 1 の実施の形態)

20 本発明の第 1 の実施の形態を図 1 に示す。図 1 は、図 7 に示した太陽電池の生産に用いられるプラズマ CVD 装置の一例を示す模式図である。

プラズマ CVD 装置は、図 1 (a) に示すように、ロードロック室 10、加熱室 20、第 1 プラズマ CVD (PCVD) 室 30、第 2 PCVD 室 40 及び冷却室 50 から構成され、各室はゲートバルブ 61～64 を介して連結されている。基板 1 は基板両面の薄膜形成面が露出するように基板ホルダ 3 に保持される。これは、例えば、図 1 (f) に示し

25

たように、基板の周辺端部を開口を有する平板 4 及び押え板 5 で挟持し、ネジ 6 で固定すればよい。

複数の基板を保持した基板ホルダ 3 はキャリア 2 に取り付けられ（図 1（e））、各室に敷設されたレール上を図 1（a）の矢印の方向に搬送され、各室で所定の処理がなされる。即ち、基板ホルダはロードロック室 10 から加熱室 20 に搬送され、ここで赤外線ランプ等のヒータにより基板ホルダ 3 の両側から加熱処理され、所定温度まで加熱される。その後、第 1 P C V D 室 30、第 2 P C V D 室 40 に順次搬送され、基板の両面にそれぞれ n 型 a - S i 膜及び p 型 a - S i 膜が形成される。

10 薄膜形成後、基板ホルダは冷却室 50 で所定温度まで冷却され、外部に取り出され、I T O 等の透明導電膜及び集電電極の形成装置に搬送される。なお、冷却室の代わりにスパッタ室を連結し、a - S i 膜形成後、すぐに透明導電膜を形成する装置構成とすることもできる。

第 1 P C V D 室 30 の構造を、図 1（b）、（c）を用いて説明する。

15 図 1（b）及び（c）は、室内部を、それぞれ正面から見た模式図及び搬送方向に向かって見た模式図である。P C V D 室には薄膜形成用ガス（例えば S i H<sub>4</sub>/P H<sub>3</sub>ガス）の供給配管 31 及び排気口 32 が設けられ、室内部には中央で折り返した形状の誘導結合型電極 33 が配設されている。誘導結合型電極 33 の一端部の給電部 34 は、同軸ケーブル

20 8 を介して高周波電源 7 に接続され、他端部の接地部 35 は室壁に連結され接地されている。

基板ホルダ 3 を搭載したキャリア 2 が P C V D 室 30 に搬入されると、破線で示す位置にあった基板ホルダ固定治具 36 を閉じて実線で示すように基板ホルダを両側から当接させて固定する。この状態で、ガス供給

25 配管 31 を通して S i H<sub>4</sub>/P H<sub>3</sub>ガスを室内に導入し、所定の圧力に設定した後、高周波電力を誘導結合型電極 33 に供給する。電極 33 に沿



ってプラズマが発生し、電極 33 に面した基板表面に n 型 a-Si 膜が堆積する。この際、基板成膜面の反対側にもガスは流れ込むがプラズマは基板ホルダ及び基板ホルダ固定治具により遮蔽され、裏側に回り込むことはなく、電極と反対側の基板表面に薄膜は形成されない。

- 5 所定の膜厚が形成された後、電力の供給、ガス導入を停止して、室内を排気する。続いて、ゲートバルブ 63 を開け基板ホルダを第 2 PCVD 室 40 に搬送する。図 1 (d) は、第 2 PCVD 室内部を搬送方向に向かって見たときの模式図であり、誘導結合型電極 43 を基板ホルダに対して反対側の位置に配置した以外は、第 1 PCVD 室と同じ構成である。
- 10 第 2 PCVD 室 40 に基板ホルダが搬送されると、基板ホルダ固定治具 46 が閉じ、基板ホルダは固定される。ここで、ガス供給配管 41 を通して、室内に  $\text{SiH}_4/\text{B}_2\text{H}_6$  ガスを導入し、誘導結合型電極 43 に高周波電力を供給して、n 型 a-Si 膜が形成された面と反対側の基板表面に p 型 a-Si 膜が堆積する。このようにして、i 型結晶シリコン
- 15 基板の両側に p 型 a-Si 及び n 型 a-Si 膜が堆積し、pin 接合が形成される。

以上のように、基板ホルダ 3 をキャリア 2 に載せて各室を順次搬送することにより、連続して基板の両面に p 型及び n 型 a-Si 膜を形成することが可能となる。

- 20 上述したように、従来の平行平板型 PCVD 装置で膜厚均一性に優れた薄膜を形成するには、基板の成膜面と反対側に裏板を配置する必要があるため、両面成膜を行うには基板の反転工程が不可欠となり、しかも加熱・冷却工程等が 2 回必要となる。一方、本発明のプラズマ CVD 装置では、基板を反転する必要がなく、しかも基板の加熱、冷却工程が 1 回ですむため、処理室数の低減とともにスループットを向上させることができる。また、従来の装置で高スループット生産を行うには、
- 25

ロードロック室、加熱室、P C V D室、冷却室が2組必要となるが、図1に示した実施の形態では、P C V D室は2つ必要とするものの、他の処理室は1つでよく、装置全体の設置面積及びコストを大幅に低減することができる。

5 図1では、U字型の誘導結合型電極を示したが、中央で折り返した形状の誘導結合型電極は、U字型以外に例えば「コ」の字型のような矩形のものでも良い。ここで、給電部34及び接地部35と折り返し部との間の距離を、高周波の励振波長の略1/2又はその自然数倍とするのが好ましく、これにより安定した放電を発生・維持することができる。なお、折り返し部とは、U字型の場合、曲率を有する半円状の部分を行い、  
10 「コ」の字型の場合は2本の直線電極の間の直線部をいう。これらの電極は、例えば一本の棒材を折り曲げて一体に形成したものである必要はなく、例えば2本の直線状電極を金属板等で接続・固定した構造であっても良い。

15 さらに、本発明においては、棒状の電極を用いることもできる。この両端を給電部と接地部とし、給電部と接地部との距離を励振波長の略1/2又はその自然数倍とするのが好ましい。

(第2の実施の形態)

図1のプラズマC V D装置では、p型及びn型a - S i膜を異なるP  
20 C V D室で堆積する構成としたが、1つのP C V D室内で基板の両面に異なる薄膜を形成することも可能である。これを可能とする本発明の第2の実施の形態を図2に示す。装置全体としては、図2(a)に示したように、P C V D室が1つになった以外は、図1と同じ構成である。

本実施の形態のプラズマC V D室30は、図2(b)、(c)に示したように、室内に2つの誘導結合型電極が配置され、それぞれの給電部  
25 34、34'が高周波電源に接続される。この2つの電極の間に、基板

ホルダが搬入され、固定される。また、PCVD室には2種類の薄膜形成用ガス（ $\text{SiH}_4/\text{PH}_3$ ガス及び $\text{SiH}_4/\text{B}_2\text{H}_6$ ガス）の供給配管31, 31'が連結されている。

この装置では、PCVD室30に基板ホルダが搬送されてくると、まず、ガス供給配管31を通して $\text{SiH}_4/\text{PH}_3$ ガスを室内に導入し、所定圧力に設定した後、電極33に高周波電力を供給して電極33に沿ってプラズマを発生させる。これにより、電極33に面した基板上にn型a-Si膜が堆積する。所定膜厚の薄膜が堆積した後、電力及びガスの供給を停止し、室内を排気する。

続いて、ガス供給配管31'を通して $\text{SiH}_4/\text{B}_2\text{H}_6$ ガスを導入し、同様にして電極33'に電力を供給してプラズマを発生させ、電極33'に面した基板上に所定膜厚のp型a-Si膜を堆積してpin接合を形成する。この後、冷却室50に搬送され、冷却された後外部に取り出される。

以上のようにして、同一室内で異なる種類の薄膜を形成することが可能となる。

### （第3の実施の形態）

図2の例では、n型a-Si膜形成後、p型a-Si膜を形成する構成としたが、2種類の薄膜を同時に形成することも可能である。同時成膜を可能とした第3の実施の形態を図3に示す。

プラズマCVD装置としては、図3に示したPCVD室を除いて、図2(a)と同じ構成である。本実施の形態のPCVD室は、次の点で図2(b)、(c)と異なる。即ち、図2では、n型又はp型a-Si膜の成膜空間に生成させるプラズマが反対側の成膜空間へ拡散し、p型又はn型成膜面に薄膜が形成されるのを防止する程度の遮蔽で十分であった。しかし、第3の実施形態では、基板ホルダ固定治具36の長さでは

きるだけ室の長さに近づけて、n型及びp型a-Si膜の成膜空間を相互のガスによる汚染（クロスコンタミネーション）を防ぐように分離する仕切板の役割を担わせる。また、室の長さは、基板ホルダ長さと同程度とし、隙間を小さくする。さらに、それぞれの成膜空間に対応して、  
5 2つのガス供給配管及び排気口32, 32'を設けてある。この場合、排気口32及び32'の下流において排気ガスを集合し（32''）、排気系を一系列としている。

2種類のガスを同時に導入すると、基板ホルダ及び仕切板と室内壁との間の隙間を通してガスが互いに流れ込む場合もあるが、p型及びn型のキャリア濃度は膜中に含有されるP元素とB元素との濃度差により  
10 ほぼ決定される。従って、n型a-Si膜に含まれるP元素の数密度と比較して微量のB元素が混入しても、あるいはこれとは逆に、p型a-Si膜に含まれるB元素の数密度と比較して微量のP元素が混入しても、太陽電池特性には殆ど影響せず、所望の特性の太陽電池を得ることがで  
15 きる。

このように、同一室内で同時成膜を行うことにより、PCVD室の運転間隔をさらに短縮することができる。

なお、本実施の形態においては、2つ成膜空間のそれぞれに排気口を設けた構成としたが、例えば真空室底壁の中央部に排気口を1つ設ける  
20 構成とすることも可能である。また、仕切板についても、基板ホルダ固定治具を兼用したため、仕切板が基板ホルダに当接する構造としたが、基板ホルダ固定治具が必要ない場合あるいは別途仕切板を配置する場合は、必ずしも仕切板を基板ホルダに当接させる必要はなく、隙間があっても気流の調節等によりクロスコンタミネーションを抑制することがで  
25 きる。

（第4の実施の形態）

上記実施の形態では、シリコン基板上に直接 p 型及び n 型 a - S i 膜を形成する製造装置及び製造方法について述べてきたが、p / i 接合及び i / n 接合部の欠陥を低減して、太陽電池特性を向上させるためには、p 型及び n 型 a - S i 膜を形成する前に、基板両面の結晶シリコン上に i 型 a - S i 膜を形成するのが好ましい。このための装置構成を、本発明の第 4 の実施の形態として、図 4 に示した。

図 4 のプラズマ C V D 装置は、図 2 ( a ) のプラズマ C V D 装置の P C V D 室 3 0 の前に、i 型 a - S i 膜堆積用の P C V D 室 7 0 を配設したものである。P C V D 室 7 0 は、図 2 ( b ) 、 ( c ) と同じ構造を有し、S i H<sub>4</sub>ガスの供給配管を 1 つ連結したものである。S i H<sub>4</sub>ガスを導入後、2 つの誘導結合型電極に同時に高周波電力を供給し、基板の両面に同じ i 型 a - S i 膜を堆積する。

n 型及び p 型 a - S i 膜の形成方法については、第 2 の実施の形態と同じである。

#### (第 5 の実施の形態)

次に、本発明の第 5 の実施の形態として、極めて生産性の高いプラズマ C V D 装置を説明する。図 1 ～図 4 のプラズマ C V D 室は、1 つの基板ホルダに保持された基板の両面に薄膜を連続して形成する構成であるが、より生産性を向上させるには、より多くの基板を基板ホルダに保持させ、かつ複数の基板ホルダを同時に処理できる構成とするのが好ましい。本発明の誘導結合型電極を用いたプラズマ C V D 室はこの拡張を容易に行うことができ、この量産対応の装置構成例を図 5 及び図 6 に示す。

図 5 ( a ) 、 ( b ) は、図 2 の装置に対応する量産装置の P C V D 室内部を、それぞれ正面から及び搬送方向に向かって見たときの模式図である。図 5 ( a ) に示すように、基板ホルダ面に対向して誘導結合型電極を同一平面内に複数配置したため、より大型の基板ホルダ（即ち、多

数の基板を保持した基板ホルダ) に対して成膜処理を行うことができる。また、図 5 (b) に示すように、基板ホルダと電極列層とを交互に配置するだけで、1 つの真空室内で多数の基板ホルダの成膜処理を行うことができる。

- 5        即ち、ガス供給配管 31 を通して  $\text{SiH}_4/\text{PH}_3$  ガスを導入し、電極 33, 33' に電力を供給して、これらの基板に対向する基板面上に n 型 a-Si 膜を形成する。続いて、ガスを  $\text{SiH}_4/\text{B}_2\text{H}_6$  ガスに切り替え、電極 33', 33'' に電力を供給して、これらの電極に面した基板面上に p 型 a-Si 膜を形成する。ここで、電極基板面間距離は、30  
10    mm 程度まで小さくすることができるため、小さな空間に多数の基板ホルダ及び電極を配置することができる。

なお、図 5 の構造は 2 つの薄膜を基板両面に別々に堆積する場合であるが、図 3 に示した同時成膜装置の場合も同様に構成すればよい。

- 15        図 6 (a)、(b) は、図 1 の装置に対応する量産装置の第 1 及び第 2 PCVD 室内部を、搬送方向に向かって見たときの模式図である。この場合は、2 つの誘導結合型電極列層の間に 2 つの基板ホルダを配置する構成となる。

- 20        以上、本発明を結晶シリコン基板の両面に a-Si 膜を形成する方法及びその装置について述べてきたが、本発明は、これに限るものではなく、太陽電池以外の種々の用途、例えば、ガラスやプラスチック基板の表面改質等にも好適に適用される。

#### 産業上の利用可能性

- 25        本発明により、基板の裏板なしに均一性に優れた薄膜を形成することが可能となり、その結果、基板の反転工程が不要となり、しかも加熱・冷却工程等を減らすことができるため、両面成膜の生産性を著しく向上

させることができる。

さらに、基板ホルダと誘導結合型電極を交互に配置した構成が可能となり、多数の基板を同時処理可能な極めて量産性に優れたプラズマCVD装置を提供することができる。

5

10

15

20

25

## 請求の範囲

1. ガス供給口と排気口とを設けた真空室内に、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を少なくとも2つ配置し、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの誘導結合型電極の間に挿入配置し、前記ガス供給系から薄膜形成用ガスを導入するとともに前記給電部に高周波電力を供給して前記誘導結合型電極に沿ってプラズマを発生させ、基板の両面に薄膜を同時又は順に形成することを特徴とするプラズマCVD法。

2. 第1及び第2のガス供給口と排気口とを設けた真空室内に、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を少なくとも2つ配置し、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの誘導結合型電極の間に挿入配置し、前記第1のガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに前記2つの誘導結合型電極のうち第1の電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、該第1の電極に面した基板表面に第1の薄膜を形成し、その後ガスを切り替え前記第2のガス供給口を介して第2の薄膜形成用ガスを導入するとともに第2の電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、該第2の電極に面した基板表面に第2の薄膜を形成することを特徴とするプラズマCVD法。

3. 第1及び第2のガス供給口と排気口とを設けた真空室内に、給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を少なくとも2つ配置し、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダを前記2つの誘導結合型電極の間に挿入配置するとともに、前記基板ホルダに当接又は近接する仕切板を配置し、該仕切板及び前記基板ホルダにより仕切られる2つの空間に、それぞれ前記第1及び第2のガス供給口を介して第



1 及び第 2 の薄膜形成用ガスを流し、前記 2 つの誘導結合型電極の給電部に同時に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、基板両面のそれぞれに第 1 及び第 2 の薄膜を同時に形成することを特徴とするプラズマ CVD 法。

- 5      4.    内部に給電部と接地部とを有する誘導結合型電極を配置し、ガス供給口と排気口とを設けた真空室を 2 つ配置し、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダを前記 2 つの真空室の第 1 の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第 1 の薄膜形成用ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、  
10    該誘導結合型電極に面した基板の表面上に第 1 の薄膜を形成した後、前記基板ホルダを前記第 1 の薄膜が形成された面と反対側の面が誘導結合型電極に面するように第 2 の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第 2 の薄膜形成ガスを導入するとともに誘導結合型電極の給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第 1 の薄膜が形成された表面と  
15    は反対側の基板表面に第 2 の薄膜を形成することを特徴とするプラズマ CVD 法。

5.    ガス供給口と排気口とを設けた真空室と、該真空室内に配設された放電電極であって給電部と接地部とを有する 2 つの誘導結合型電極と、該 2 つの誘導結合型電極の間に配置され基板両面が露出するように基板  
20    の外周端部を保持した基板ホルダと、から構成され、前記ガス供給口から薄膜形成用ガスを前記真空室内に導入し、前記給電部に高周波電力を供給して前記誘導結合型電極に沿ってプラズマを発生させ、基板の両面に薄膜を同時又は順に形成する構成としたことを特徴とするプラズマ CVD 装置。

- 25    6.    第 1 及び第 2 のガス供給口と排気口とを設けた真空室と、該真空室内に配設された放電電極であって給電部と接地部とを有する 2 つの誘

導結合型電極と、該 2 つの誘導結合型電極の間に配置され基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダと、から構成され、前記第 1 のガス供給口を介して第 1 の薄膜形成用ガスを導入したときは前記 2 つの誘導結合型電極のうち第 1 の電極の給電部に高周波電力を供給し、前記第 2 のガス供給口を介して第 2 の薄膜形成用ガスを導入するときは第 2 の電極の給電部に高周波電力を供給し、基板両面のそれぞれに第 1 及び第 2 の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマ CVD 装置。

7. 第 1 及び第 2 のガス供給口と排気口とを設けた真空室と、該真空室内に配設された放電電極であって給電部と接地部とを有する 2 つの誘導結合型電極と、該 2 つの誘導結合型電極の間に配置され基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダと、前記基板ホルダに当接又は近接する仕切板と、から構成され、該仕切板と前記基板ホルダとにより仕切られる 2 つの空間に、それぞれ前記第 1 及び第 2 のガス供給口を介して第 1 及び第 2 の薄膜形成用ガスを流し、前記 2 つの誘導結合型電極の給電部に同時に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、基板両面のそれぞれに第 1 及び第 2 の薄膜を同時に形成する構成としたことを特徴とするプラズマ CVD 装置。

8. 前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を 3 層以上設け、該電極列層の間のそれぞれに前記基板ホルダを配置する構成としたことを特徴とする請求の範囲第 5 項～第 7 項のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

9. 第 1 及び第 2 の真空室を仕切り弁を介して連結し、それぞれの真空室にガス供給口及び排気口を設け、内部に給電部及び接地部を有する誘導結合型電極と、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダとを配置したプラズマ CVD 装置であって、前記基板ホルダを前

記第 1 の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第 1 の薄膜形成用ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、誘導結合型電極に面した基板の表面上に第 1 の薄膜を形成した後、前記基板ホルダを前記第 1 の薄膜が形成された面と反対側の面が誘導結合型電極に面するように第 2 の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第 2 の薄膜形成ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第 1 の薄膜が形成された表面とは反対側の基板表面に第 2 の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマ CVD 装置。

10 10. 前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第 1 の真空室（又は第 2 の真空室）に  $n$  層（ $n$  は 2 以上の整数）、前記第 2 の真空室（又は第 1 の真空室）に  $(n - 1)$  層設け、該電極列層の間に 2 個の基板ホルダを配置する構成としたことを特徴とする請求の範囲第 9 項に記載のプラズマ CVD 装置。

15 11. 前記第 1 の薄膜形成前の処理室として、基板両面に第 3 の薄膜を形成する処理室を設け、該処理室を、ガス供給口及びの排気口を設けた真空室と、該真空室内に配設された放電電極であって給電部と接地部とを有する 2 つの誘導結合型電極と、該 2 つの誘導結合型電極の間に配置され、基板両面が露出するように基板の外周端部を保持した基板ホルダとから構成したことを特徴とする請求の範囲第 5 項～第 10 項のいずれか 1 項に記載のプラズマ CVD 装置。

Fig. 1

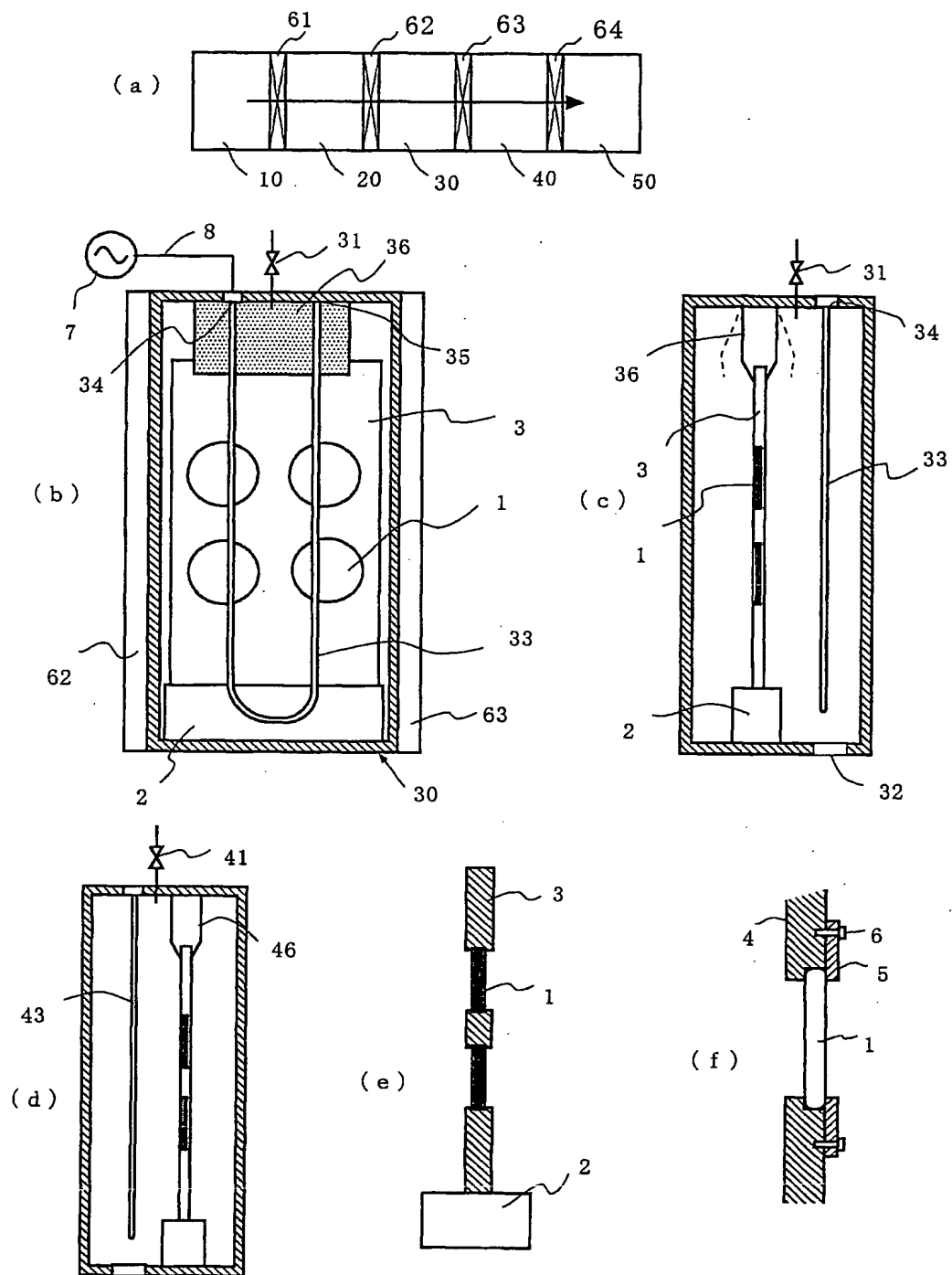


Fig. 2

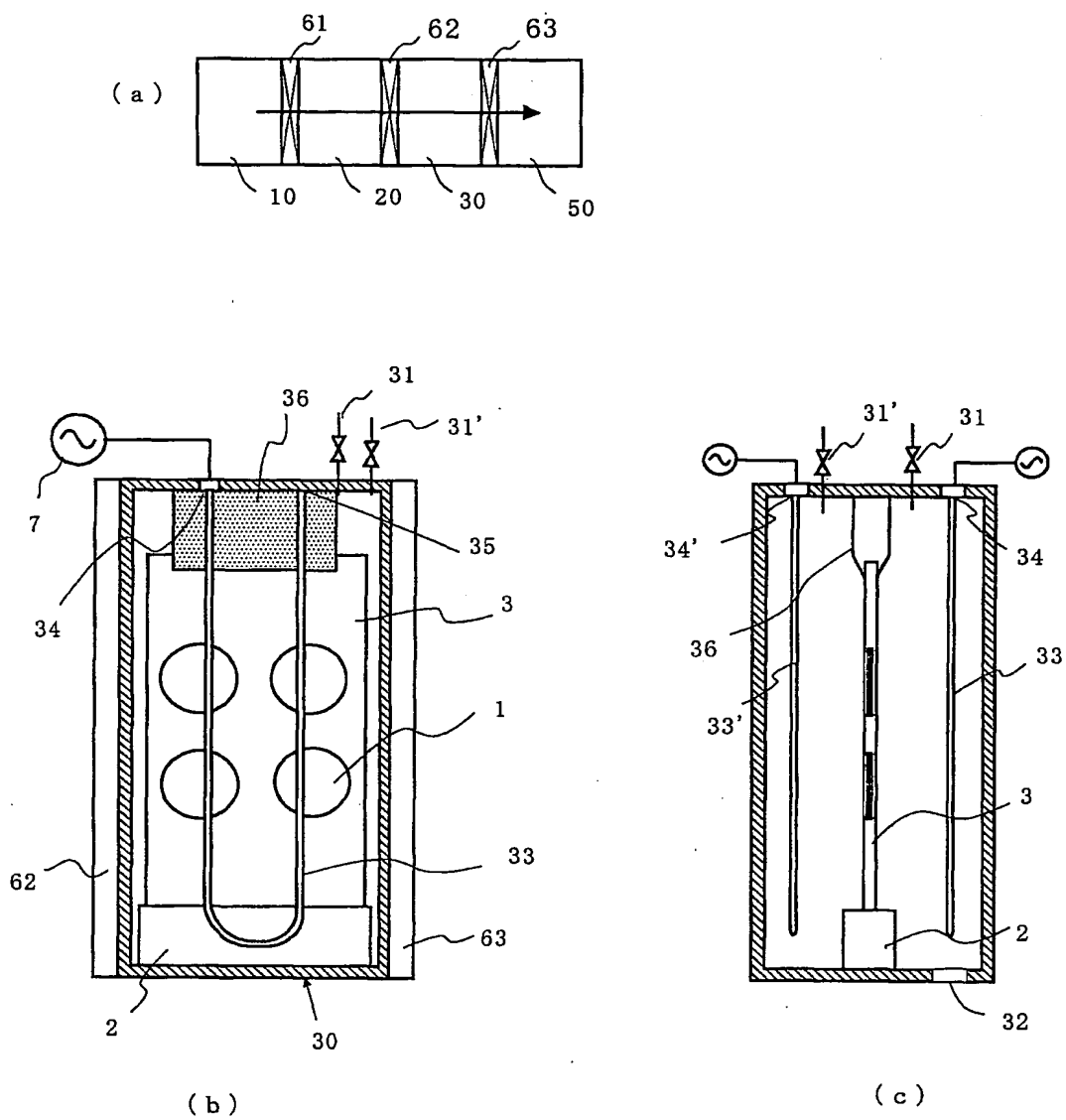


Fig. 3

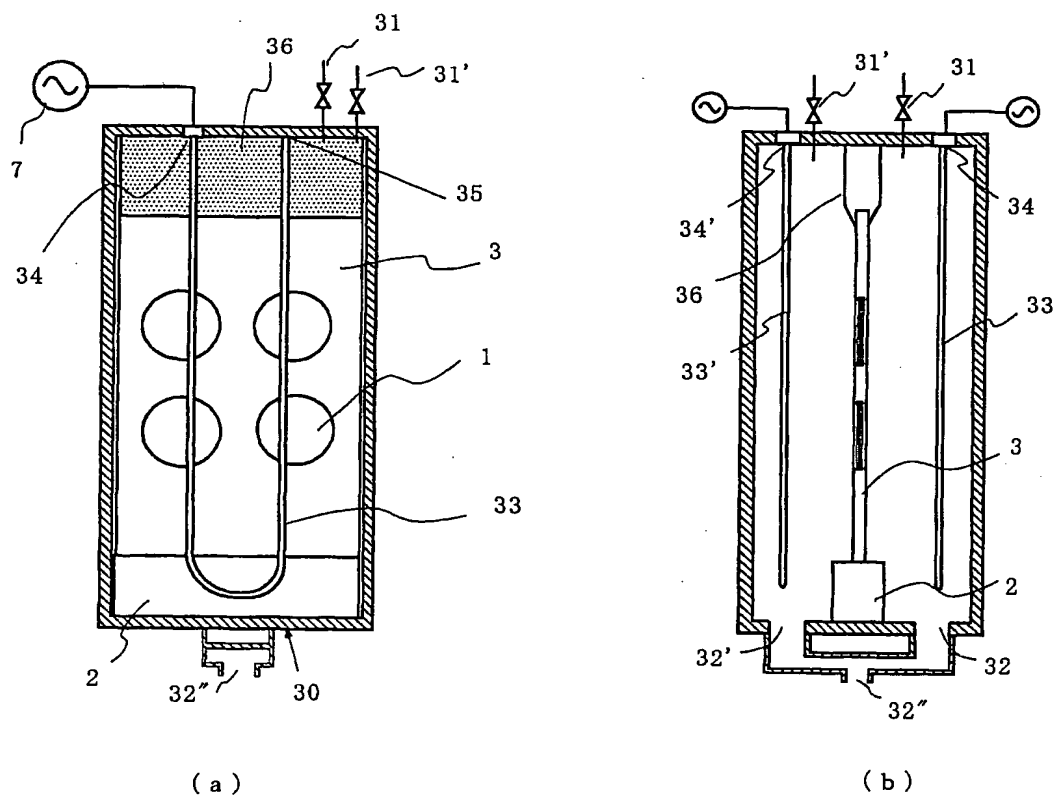


Fig. 4

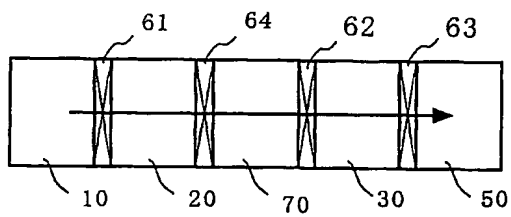


Fig. 5

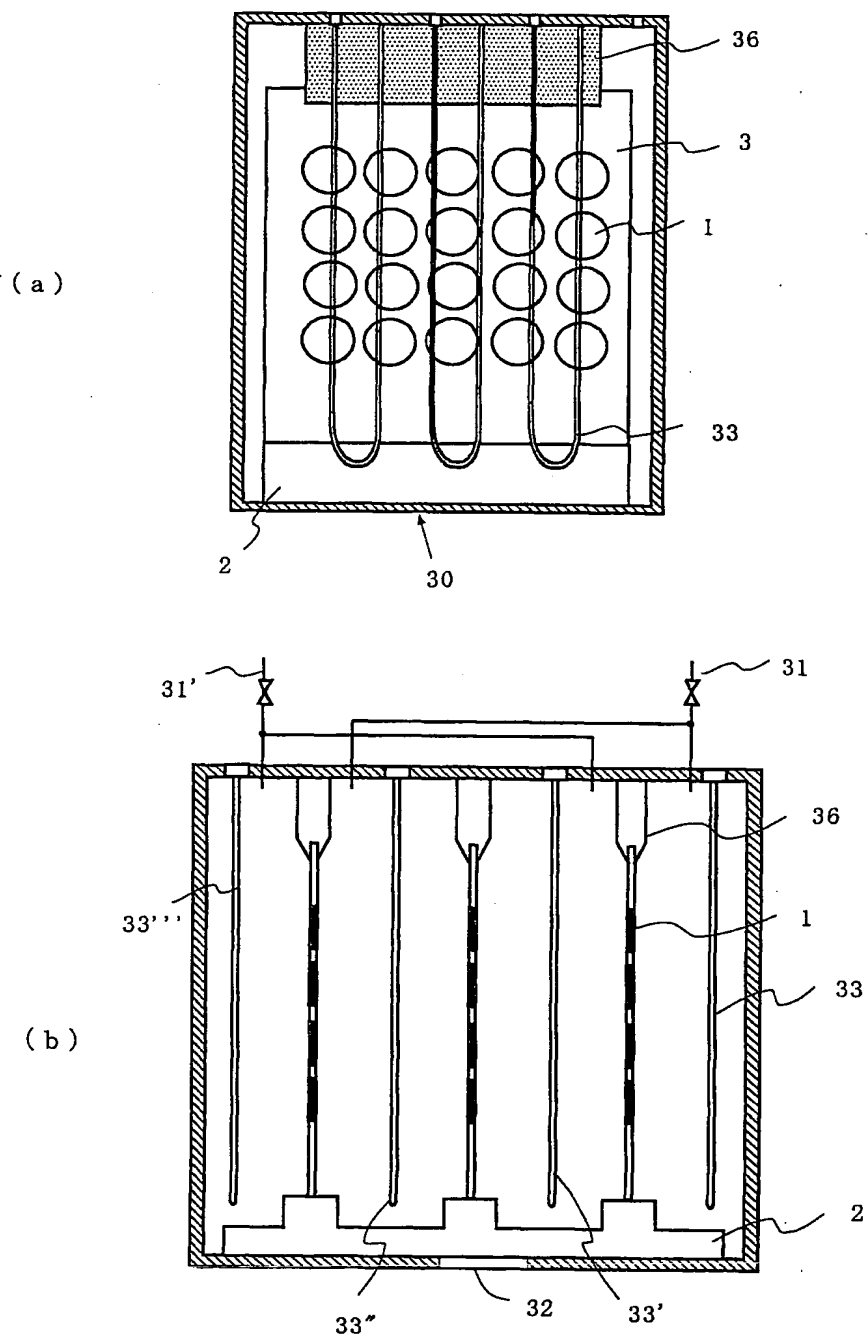


Fig. 6

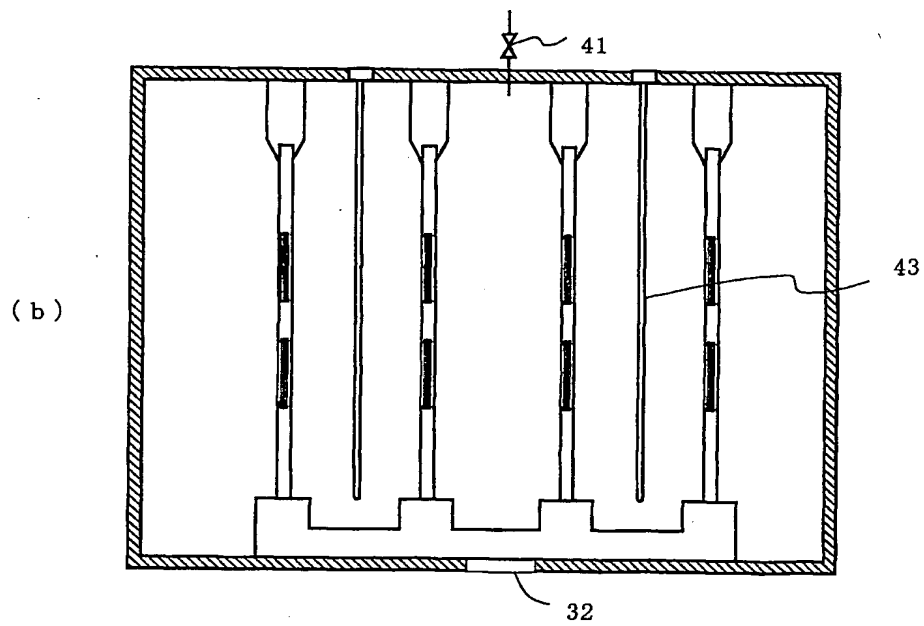
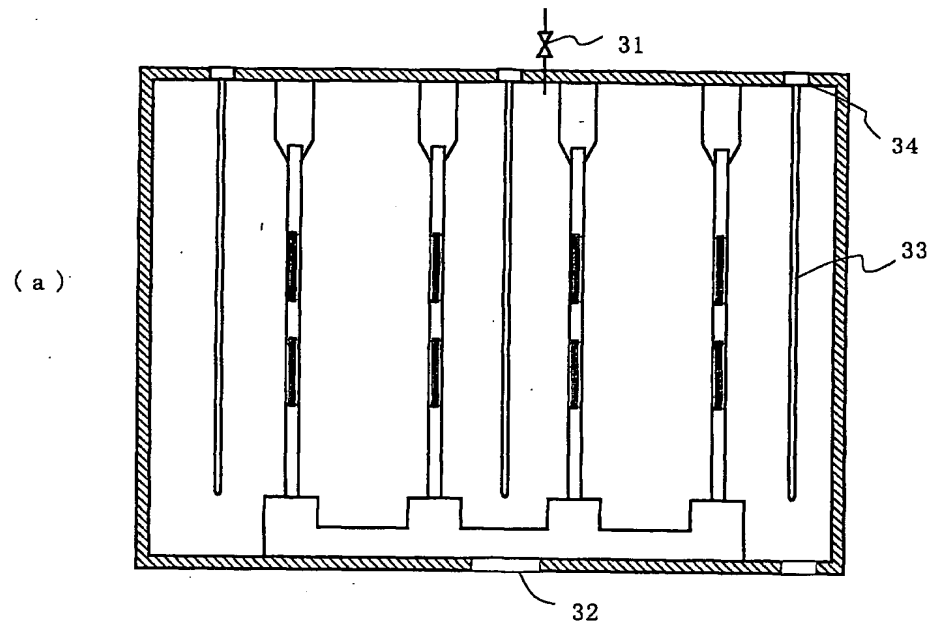




Fig. 7

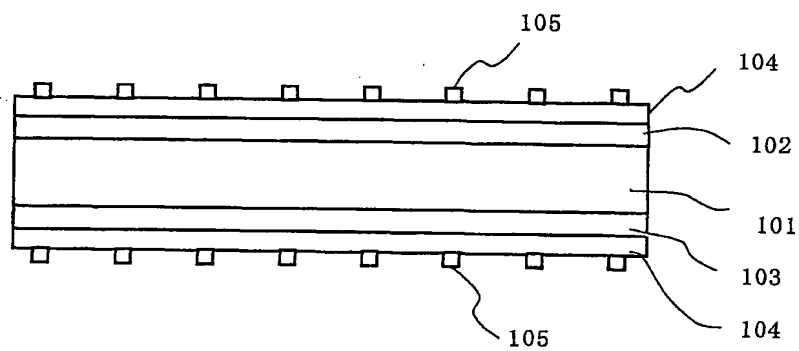
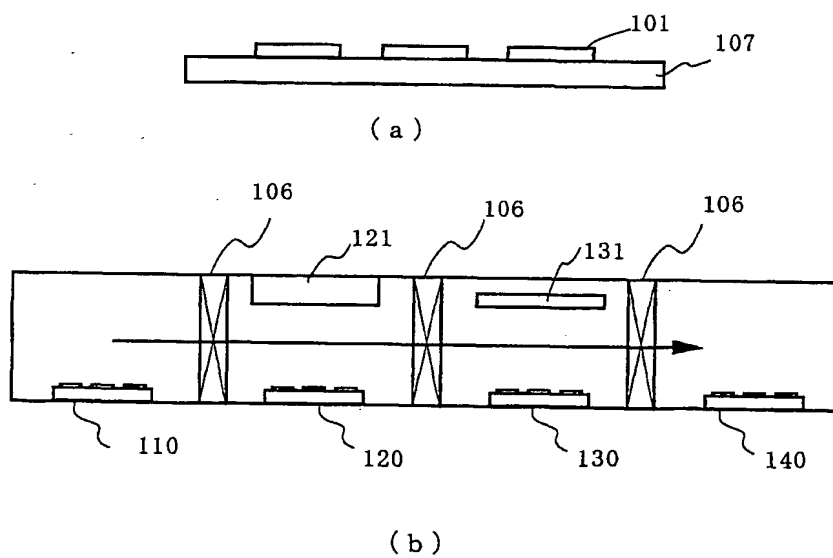


Fig. 8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00381

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, B01J19/08, C23C16/509, H01L31/04, H05H1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, B01J19/08, C23C16/509, H01L31/04, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-345351 A (Anelva Corp.), 12 December, 2000 (12.12.00), Claims; column 5, lines 1 to 10; Figs. 3, 8 (Family: none)	1-9, 11 <u>10</u>
Y A	WO 99/19898 A2 (European Community), 22 April, 1999 (22.04.99), Figs. 5, 10 Full text & JP 2000-510643 A & EP 908921 A1	1-9, 11 <u>10</u>
Y	JP 3-13578 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 January, 1991 (22.01.91), Page 2, upper right column, lines 7 to 14 (Family: none)	2, 3, 6, 7
Y	JP 63-276222 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 November, 1988 (14.11.88), Page 3, upper left column, lines 1 to 7 (Family: none)	3, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 16 April, 2002 (16.04.02)	Date of mailing of the international search report 23 April, 2002 (23.04.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00381

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-106952 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 22 April, 1997 (22.04.97), Full text (Family: none)	4, 9
A	JP 3-122274 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 24 May, 1991 (24.05.91), Claim 5; Fig. 2 (Family: none)	4, 9
Y	JP 2000-12471 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 14 January, 2000 (14.01.00), Fig. 10 (Family: none)	8

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP02/00381

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. C17H01L21/205, B01J19/08, C23C16/509, H01L31/04, H05H1/46		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. C17H01L21/205, B01J19/08, C23C16/509, H01L31/04, H05H1/46		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2002年 日本国登録実用新案公報 1994-2002年 日本国実用新案登録公報 1996-2002年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2000-345351 A (アネルバ株式会社), 2000.12.12, 特許請求の範囲, 5欄1-10行, 図3, 図8 (ファミリーなし)	1-9, 11 10
Y A	WO 99/19898 A2 (ユーロピアンコミュニティ), 1999.04.22, 図5, 図10, 全文 & JP 2000-510643 A&EP 908921 A1	1-9, 11 10
Y	JP 3-13578 A (三菱電機株式会社), 1991.01.22, 2頁右上欄7-14行 (ファミリーなし)	2, 3, 6, 7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16.04.02	国際調査報告の発送日 23.04.02	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 藤原 敬 士 電話番号 03-3581-1101 内線 3469	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 6 3 - 2 7 6 2 2 2 A (三菱電気株式会社) , 1 9 8 8 . 1 1 . 1 4 , 3 頁左上欄 1 - 7 行 (ファミリーなし)	3 , 7
Y	J P 9 - 1 0 6 9 5 2 A (三洋電機株式会社) , 1 9 9 7 . 0 4 . 2 2 , 全文 (ファミリーなし)	4 , 9
A	J P 3 - 1 2 2 2 7 4 A (旭硝子株式会社) , 1 9 9 1 . 0 5 . 2 4 , 請求項 5 , 第 2 図 (ファミリーなし)	4 , 9
Y	J P 2 0 0 0 - 1 2 4 7 1 A (工業技術院長) , 2 0 0 0 . 0 1 . 1 4 , 図 1 0 (ファミリーなし)	8